



*Print
Hilber
5-2502*

jc997 U.S. PTO
10/057447



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 33 654.3

Anmeldetag: 11. Juli 2001

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Synchronmaschine

IPC: H 02 K 3/12

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der
ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 14. Dezember 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Ebert

Beschreibung

Synchronmaschine

- 5 Die Erfindung betrifft eine elektrische Synchronmaschine.

Elektrische Synchronmaschinen mit Erregung durch Permanentmagnete weisen gegenüber elektrisch erregten Synchronmaschinen Vorteile auf. Vor allem bei Speisung über Stromrichter lassen sich sehr einfach aufgebaute Synchronmaschinen anwenden, die mit geringer Polteilung und kleinen Eisenmassen ausgestattet werden können. Der Wirkungsgrad dieser Maschinen liegt höher als von elektrisch erregten Synchronmaschinen. Permanentmagnete mit hoher Energiedichte, d.h. großes Produkt aus Flussdichte und Feldstärke, erweisen sich dabei den weniger energiestarken Magneten überlegen. Es ist bekannt, dass Permanentmagnete nicht nur in der Form der direkten Zuordnung zum Nutzpalt, d.h. in einer flachen Anordnung, sondern auch in einer Art Sammlerkonfiguration (Flusskonzentration) zur Anwendung kommen.

Direkte Zuordnung zum Nutzpalt bedeutet, dass die Flussdichte des Magneten etwa gleich jener des Nutzpalt ist. Dies gilt zumindest solange wie der Nutzpalt im Verhältnis zur Magnethöhe klein ist. Die Flusskonzentrationsanordnung lässt im Nutzpalt größere Flussdichten als im Magnet zu. Dies wird durch eine großflächige Magnetanordnung erreicht. Die Querschnittsfläche des Magnetes ist größer als die Polfläche im Nutzpalt. Dementsprechend ist die Flussdichte im Magnet geringer als die im Polbereich.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine elektrische Synchronmaschine zu schaffen, die eine erhöhte Drehmomentausnutzung gegenüber vergleichbaren Synchronmaschinen aufweist.

35 Die Lösung der gestellten Aufgabe gelingt durch eine elektrische Synchronmaschine mit einem Stator und einem Rotor, wobei

der Stator vorzugsweise eine 3-phasige Drehstromwicklung mit einer mittleren Spulenweite τ_{sp} aufweist und der Rotor mit Permanentmagneten versehen ist, wobei der Rotor die Polpaarzahl $2p$ mit der Polteilungsweite τ_p aufweist und sich ein Teilungsverhältnis τ_{sp}/τ_p von $> 2,5$ ergibt.

Durch die Vergrößerung des Verhältnisses Spulenweite zu Polteilungs τ_{sp} zu τ_p nimmt die Induktion im Statoreisen ab. Demzufolge kann die radiale Höhe des Statoreisen reduziert werden, so daß Einbauhöhe gewonnen wurde.

Durch einen Rotor, dessen Permanentmagnete in Flusskonzentration angeordnet sind, wird außerdem die Luftspaltinduktion auf deutlich über ein Tesla angehoben, ohne dass das Statoreisen in Sättigung gerät. Damit sind Luftspaltinduktionen erreichbar, die etwa dem Doppelten der bekannten elektrischen Synchronmaschinen entsprechen.

Es tritt damit vorteilhafterweise eine Steigerung des thermischen Drehmoments gegenüber herkömmlichen Synchronmaschinen ein. Wobei unter thermischen Drehmoment, das bei einer vorgegebenen Temperatur maximal abzugebende Dauerdrehmoment zu verstehen ist.

Es wird somit eine Steigerung des Wirkungsgrades herbeigeführt, ebenso wie eine Steigerung des maximalen Drehmoments. Die Ausnutzung der Maschine (Nm/kg) wird etwa um den Faktor 2 gegenüber herkömmlichen elektrischen Synchronmaschinen gesteigert. Es stellt sich außerdem aufgrund der geringeren Masse eine Steigerung des Beschleunigungsvermögens ein.

Weitere Vorteile und Anwendungen sind den Unteransprüchen zu entnehmen.

Die Erfindung sowie weitere Ausgestaltungen der Erfindung ist dem beiliegenden schematisch dargestellten Ausführungsbeispiel zu entnehmen. Darin zeigt:

FIG 1 Querschnitt einer Synchronmaschine,
FIG 2 Magnetverlauf innerhalb einer Synchronmaschine,
FIG 3,4 Ausführungsformen zur Fixierung der Permanentmagnete,
FIG 5 weitere Ausführungsform der Flußkonzentration der Per-
manentmagnete,
FIG 6 Außenläufermotor mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung

FIG 1 zeigt im Querschnitt eine nicht näher dargestellte erfindungsgemäße elektrische Synchronmaschine. Dabei ist der Stator 1 und der Rotor 2 im Querschnitt dargestellt. Der Stator 1 zeigt einzelne Nuten 3, die durch Zähne 4 voneinander getrennt sind. Die Zähne 4 sind in Richtung des Luftspalts der elektrischen Synchronmaschine durch Zahnerweiterungen 5 verbreitert. Die nicht näher dargestellten Wicklungen sind in den Nuten 3 untergebracht. Der Rotor 2 zeigt Permanentmagnete 6, die in Flusskonzentrationsrichtung angeordnet sind. Unter Flusskonzentrationsanordnung wird dabei die Anordnung der Permanentmagnete 6 verstanden, die so gestaltet ist, dass innerhalb des Luftspaltes 7 der elektrischen Synchronmaschine eine maximale Feldliniendichte vorhanden ist.

Die Wicklungen sind nicht notwendigerweise als Zahnspulen ausgeführt, die jeweils nur einen Zahn 4 umgeben. Es sind sämtliche aus dem Stand der Technik bekannten Wicklungsarten und -systeme einsetzbar, wie z.B. gesehnte Wicklungen, Zweischichtwicklungen etc.

Bei einer Standardwicklung mit einer Nutenzahl von 18 im Ständer und einer Polpaarzahl von 6 ergibt sich bei einem 6-poligen Läufer die Lochzahl mit $q = 1$. Bei einer Polpaarzahl von $2p = 30$ ergibt sich eine Bruchlochwicklung mit der Lochzahl von $q = 0,2$.

FIG 2 zeigt den Magnetverlauf einer in Betrieb befindlichen elektrischen Synchronmaschine. Erfindungsgemäß konzentriert sich dabei, die Luftspaltinduktion sich auf die den Luftspalt

7 umgebende Bereiche. (Flußkonzentration). Demzufolge kann vorteilhafterweise im Stator 1 der elektrischen Synchronmaschine die Jochhöhe 8 reduziert werden. Damit erhält man geringere Einbaugrößen bei verbessertem Drehmomentenverhalten und maximalem Drehmoment.

FIG 3 und 4 zeigen Möglichkeiten die Permanentmagnete 6 am Rotor 2 zu fixieren. Dies geschieht gemäß FIG 3 durch eine magnetisch leitende Bandage 10, die den Rotor umgibt.

10 Ebenso ist es möglich die Permanentmagnete 6 gemäß FIG 4 durch eine Hülse 11 zu fixieren. Diese Hülse 11 wird vorzugsweise durch Schrumpftechniken auf dem Rotor 2 positioniert.

15 FIG 5 zeigt beispielhaft eine weitere Möglichkeit, die Permanentmagnete 6 in Flusskonzentrationsanordnung zu positionieren. Die Permanentmagnete 6 werden dabei wie in FIG 3, 4 ausgeführt positioniert oder in axiale Ausnehmungen 12 des Rotors 2 eingesetzt.

20 Falls die elektrische Synchronmaschine gemäß FIG 6 mit einem Außenläufer ausgeführt ist, können insbesondere durch eine amagnetische Hülse 15 oder Ring aus vorzugsweise Aluminium die Permanentmagnete 6 fixiert werden. In diesem Außenbereich ist magnetische Leitfähigkeit unerwünscht.

25 Insbesondere im Bereichs der Jochs der elektrischen Synchronmaschine, sind auch Kompositwerkstoffe einsetzbar, so dass der Stator 1 aus zwei unterschiedlichen magnetisch leitenden Substanzen aufgebaut ist.

30 Diese erfindungsgemäßen Synchronmaschinen sind bei allen Arten von Produktionsmaschinen einsetzbar, wie z.B. der Nahrungsmittelindustrie, der Textilindustrie und bei Werkzeugmaschinen. Sie sind ebenso bei Antrieben der Verkehrstechnik einsetzbar, wie z.B. Straßenbahnen oder E-Loks. Aufgrund Ih-

res vorteilhaften Drehmomentverhaltens sind diese Synchronmaschinen auch für Hebezeuge einsetzbar.

Patentansprüche

1. Elektrische Synchronmaschine mit einem Stator (1) und einem Rotor (2), wobei der Stator (1) vorzugsweise eine 3-phasige Drehstromwicklung mit einer mittleren Spulenweite τ_{sp} aufweist und der Rotor (2) mit Permanentmagneten (6) versehen ist, wobei der Rotor (2) die Polpaarzahl $2p$ mit der Polteilungsweite τ_p aufweist und sich ein Teilungsverhältnis τ_{sp}/τ_p von $> 2,5$ ergibt.
- 10 2. Elektrische Synchronmaschine nach Anspruch 1, da - durch gekennzeichnet, dass sich das Teilungsverhältnis gemäß $(2n \pm 1) - x \leq \frac{\tau_{sp}}{\tau_p} \leq (2n \pm 1) + x$ einstellt, wobei n eine ganze natürliche Zahl ≥ 2 ist, und x den Wert 0,5 hat.
- 15 3. Elektrische Synchronmaschine nach Anspruch 1 oder 2, da - durch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (6) in Flusskonzentrationsanordnung angeordnet sind.
- 20 4. Elektrische Synchronmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, da durch gekennzeichnet, dass die Feldlinien der Permanentmagnete (6) im wesentlichen tangential zum Rotor (2) verlaufen, so daß sich eine Flusskonzentration der von den Permanentmagnete (6) Feldlinien im Luftspalt der elektrischen Synchronmaschine einstellt.
- 25 5. Elektrische Synchronmaschine nach Anspruch 4, da - durch gekennzeichnet, dass die Permanentmagnete (6) durch Bandagen (10) und/oder magnetisch leitende Hülsen (11), die zumindest teilweise den Rotor (2) umgeben auf bzw. am Rotor (2) positioniert sind.
- 30

6. Elektrische Synchronmaschine nach Anspruch 5, da -
durch gekennzeichnet, dass die Hülse
(11) geblecht ausgeführt ist.
- 5 7. Elektrische Synchronmaschine nach Anspruch 1 bis 4, da -
durch gekennzeichnet, dass die Perma-
nentmagnete (6) in im wesentlichen axial verlaufenden Ausneh-
mungen eines einteiligen Rotors (2) einsetzbar sind.
- 10 8. Elektrische Synchronmaschine nach einem der vorhergehenden
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet,
dass die Synchronmaschine als rotatorische Innen- oder Außen-
läufer oder als Linearmotor ausführbar ist.
- 15 9. Anwendung einer elektrischen Synchronmaschine nach An-
spruch 1, in Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder bei
elektrischen Antrieben der Verkehrstechnik.

Zusammenfassung

Synchronmaschine

- 5 Um ein gegenüber herkömmlichen Synchronmaschinen verbessertes Drehmomentenverhalten zu erreichen, wird eine elektrische Synchronmaschine vorgeschlagen mit einem Stator (1) und einem Rotor (2), wobei der Stator (1) vorzugsweise eine 3-phasige Drehstromwicklung mit einer mittleren Spulenweite τ_{sp} auf-
- 10 weist und der Rotor (2) mit Permanentmagneten (6) versehen ist, wobei der Rotor (2) die Polpaarzahl $2p$ mit der Polteilungsweite τ_p aufweist und sich ein Teilungsverhältnis τ_{sp}/τ_p von $> 2,5$ ergibt.

15 FIG 1

1/3

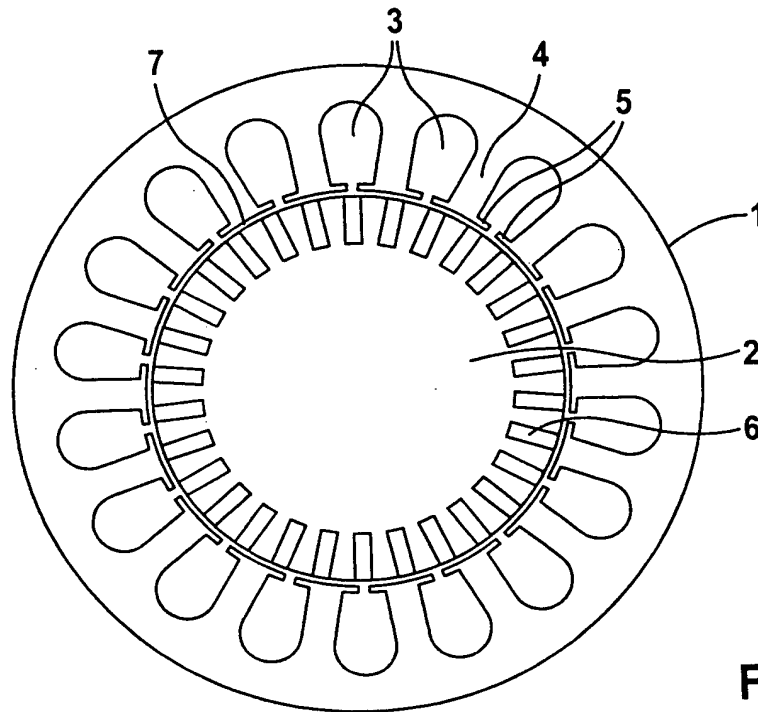


FIG 1

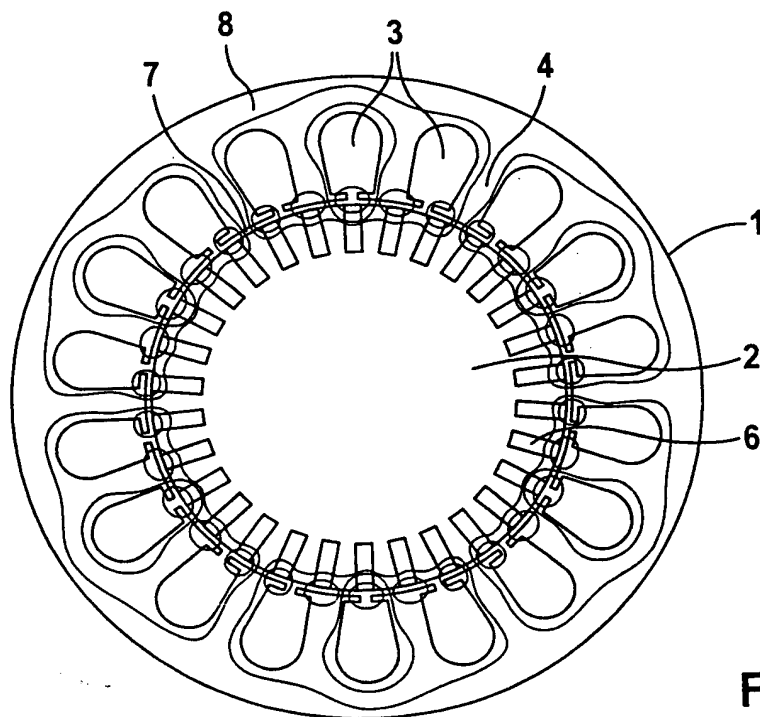


FIG 2

2/3

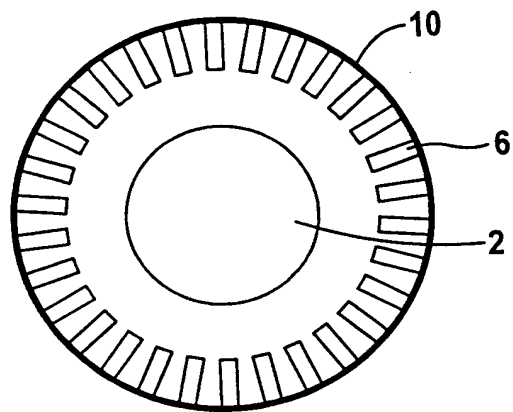


FIG 3

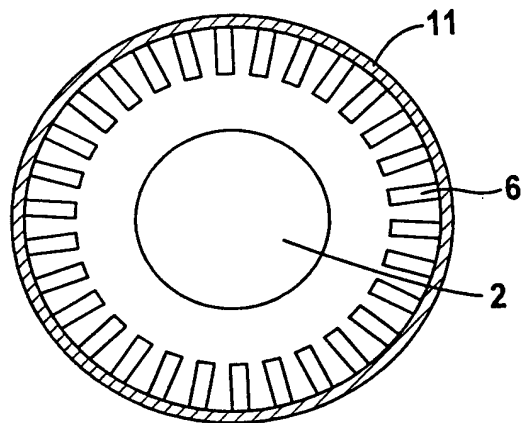


FIG 4

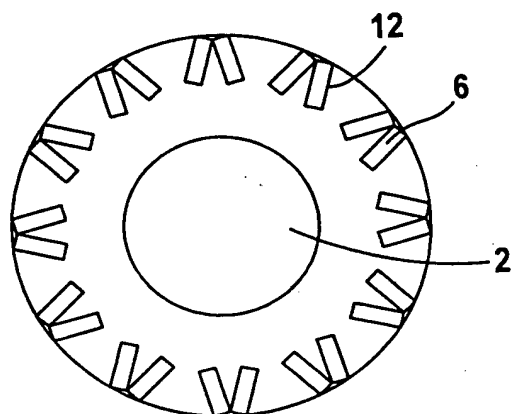


FIG 5

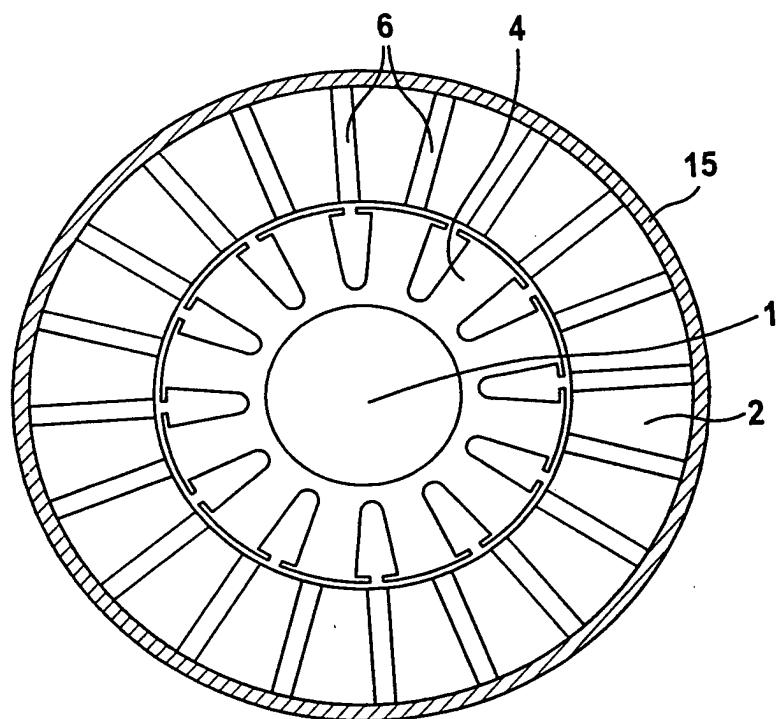


FIG 6